

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特願2005-101488
(2005-101488A)
(43) 公開日 平成17年4月14日(2005. 4. 14)

(51) Int. Cl.⁷
H01L 21/027
G03F 7/20
FI
H01L 21/20
G03F 7/20
SF046

特許請求の範囲 (参考)
SF046

特許請求の範囲 請求項の表 36 OL (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2003-412584 (2003-412584)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成15年12月10日 (2003. 12. 10)		株式会社ニコン
(31) 優先特許番号	特願2002-357958 (2002-357958)	(74) 代理人	東京府千代田区丸の内3丁目2番3号
(32) 優先日	平成14年12月10日 (2002. 12. 10)		100064908
(33) 優先特許番号	日本国 (JP)		井理士 武賀 正武
(31) 優先特許番号	特願2003-296491 (2003-296491)	(74) 代理人	100108578
(32) 優先日	平成15年8月20日 (2003. 8. 20)		井理士 高橋 昭男
(33) 優先特許番号	日本国 (JP)	(74) 代理人	100101465
			井理士 青山 正和
		(74) 代理人	100107835
			井理士 西 和雄
		(72) 発明者	梶井 正洋
			東京府千代田区丸の内3丁目2番3号 株
			式会社ニコン内

特許請求の範囲

(54) 【発明の名称】 露光装置及び露光方法、デバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 液浸法で露光処理する場合において、基板の外側に液体が流出しても露光装置を汚染せず、また、パターン転写できる露光装置を提供する。

【解決手段】 露光装置は、露光光学系 PL の像面側を所好的に液体 S0 で満たし、液体 S0 と露光光学系 PL とを介してパターン P の像を基板 P 上に投影することによって、基板 P を露光するものである。基板 P の外側に排出した液体 S0 を回収する回収装置 20 を備えている。

【図1】 図6

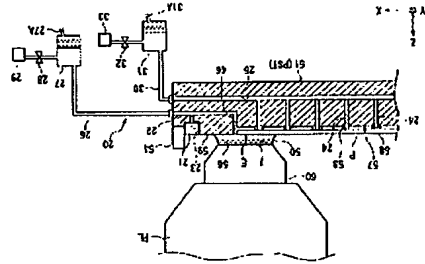


図6

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パターン P の像を液体を介して基板 P 上に投影して露光する露光装置であって、パターン P の像を基板に投影する露光光学系と、前記基板の外側に流出した液体を回収する回収装置を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記基板を保持する基板ステージを備え、前記回収装置は、前記基板ステージに設けられている回収部を有することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】

前記回収装置の回収部は、前記基板ステージに設けられた基板の保持部の周囲の少なくとも一部に配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記回収装置の回収部は、前記基板ステージに配置された液体吸収部材を含むことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記液体吸収部材は、多孔質部材を含むことを特徴とする請求項 4 に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記回収装置の回収部は、前記基板ステージに配置された液体回収部材を含むことを特徴とする請求項 2 ～ 5 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 7】

前記回収装置の回収部は、前記基板ステージに設けられた回収孔を含むことを特徴とする請求項 2 ～ 6 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 8】

前記回収装置は、前記基板ステージに保持された前記基板の底面に沿って回り込んだ液体を回収することを特徴とする請求項 2 ～ 7 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 9】

前記回収装置は、前記回収部で回収された液体を、前記基板ステージが基板交換位置にきたときに排出することを特徴とする請求項 2 ～ 8 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 10】

前記回収装置の回収部で回収された液体を吸引するための吸引装置を備えることを特徴とする請求項 2 ～ 9 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 11】

前記回収装置の回収部で回収された液体を集めるタンクを備えることを特徴とする請求項 2 ～ 10 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 12】

前記露光装置と前記基板との間に液体を供給する供給装置を備え、前記露光装置と前記基板との間の液浸部分が前記基板の周縁付近にあるときに、前記供給装置は液体の供給量を増やすことを特徴とする請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 13】

前記基板 P の液体を回収する第 2 回収装置を備え、前記露光装置と前記基板との間の液浸部分が前記基板の周縁付近にあるときに、前記第 2 回収装置は液体の回収量を減らすことを特徴とする請求項 1 ～ 12 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 14】

前記基板を保持する基板ステージは、前記基板を保持するための吸着孔を有し、前記基板の外側に排出し前記吸着孔に流入した液体を回収する第 3 回収装置を備えることを特徴とする請求項 1 ～ 13 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 15】

前記第 3 回収装置は、前記吸着孔から流入した液体と液体とを分離する分離器を備えたことを特徴とする請求項 14 に記載の露光装置。

【請求項 16】
前記回収装置は、回収した液体とその液体とともに回収された気体とを分離する分離器を備えたことを特徴とする請求項 1～15 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 17】
さらに、前記基板の上方から前記基板の液体を回収する第 2 回収装置を備えたことを特徴とする請求項 1～16 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 18】
前記基板の上方から前記基板に液体を供給する液体供給装置を備え、前記基板上に供給されたばば全ての液体は、前記回収装置で回収されることを特徴とする請求項 1～17 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 19】
パターン像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、パターン像を基板に投影する露光光学系と、

前記基板の上方から液体を供給する液体供給機構と、

前記液体供給機構から供給された液体を回収する回収装置とを備え、

前記回収装置は、前記基板の上方から液体の回収をしない露光装置。

【請求項 20】
パターン像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、パターン像を基板に投影する露光光学系と、

吸気口を有する吸気系と、

排気口から吸引された液体を回収する回収装置とを備える露光装置。

【請求項 21】
前記回収装置は、前記吸気口から吸引された液体と気体とを分離することを特徴とする請求項 20 に記載の露光装置。

【請求項 22】
前記吸気口は、物体を所定位置に保持するために設けられている請求項 20 または 21 に記載の露光装置。

【請求項 23】
さらに、基板ステージを備え、前記物体が基板であり、前記吸気口が基板を吸着保持するために前記基板ステージに設けられている請求項 22 に記載の露光装置。

【請求項 24】
パターン像を液体を介して基板上に転写して基板を露光する露光装置であって、パターン像を基板に投影する露光光学系と、

前記基板を保持する基板ステージと、

前記基板ステージに少なくとも一冊が設けられ、液体の回収を行う回収装置とを備える露光装置。

【請求項 25】
前記回収装置は、前記基板の裏面に回り込んだ液体の回収を行う請求項 24 に記載の露光装置。

【請求項 26】
前記回収装置は、前記基板ステージの上面に回収部を有する請求項 24 に記載の露光装置。

【請求項 27】
前記基板ステージは、前記基板の裏面を保持する保持部を有し、

前記回収装置は、前記保持部にさらに別の回収部を有する請求項 26 に記載の露光装置。

【請求項 28】

前記回収装置は、液体吸引部を含む請求項 24～27 のいずれか一項記載の露光装置

【請求項 29】
前記回収装置は、前記基板ステージに設けられた隙間を有する請求項 24～28 のいす

れか一項記載の露光装置。

【請求項 30】
前記回収装置は、回収した液体を気体と分離する分離器を有する請求項 24～29 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 31】
前記回収装置で回収された液体は、前記基板ステージが所定位置に移動したときに排出される請求項 24～30 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 32】

前記所定位置は、基板交換位置を含む請求項 31 に記載の露光装置。

【請求項 33】

前記基板ステージに設けられた干渉計ミラーをさらに備え、

前記回収装置の液体回収部は、前記干渉計ミラーの近くに配置されている請求項 24～32 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 34】

請求項 1～33 のいずれか一項に記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 35】

投影光学系により所定パターン像を基板上に転写することと、基板を露光する露光方法とを備える露光装置と、

前記投影光学系と前記基板との間に液体を基板の上方から供給することと、

前記供給された液体を、基板の外側で且つ基板より低い位置から回収することと、

前記液体の供給及び回収が行われている間に前記基板を露光することを含む露光方法

【請求項 36】
さらに、前記供給された液体を、基板の上方から回収することを含む請求項 35 に記載の露光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】
本発明は、投影光学系の像面側に液滴を局所的に液体で満たした状態で露光光学系によって投影したパターン像で露光する露光装置及び露光方法、この露光装置を用いるデバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスや液晶ディスプレイは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用する露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の微細化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数（NA）が高くなる。そのため、露光装置で採用される露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光装置は、KrFエキシマレーザの 248nm であるが、更に短波長の ArF エキシマレーザの 193nm も実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同時に焦点深度（DOF）も重要となる。解像度 R、及び焦点深度はそれぞれ以下の式で表される。

$$\begin{aligned} R &= k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1) \\ \delta &= \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2) \end{aligned}$$

ここで、 λ は露光波長、NA は投影光学系の開口数、 k_1 、 k_2 はプロセス係数である

(1)式、(2)式より、解温度を高めるために、露光強度を短くして、開口数 N を大きくすると、解温度が熱くなることが分かる。

[illegible]

【特許文版1】国鉄公明実99/49504号ペンフレット

【栄利の開示】

【榮利が解決しようとする課題】

[illegible][illegible]

【調図を製表するための手段】
[0007]
以下、本発明に係る調図の作成方法について説明する。但し、以下に示す実施形態は、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【0008】
本発明の第1の態様では、ボタン1の像を液晶板(50)を介して基板(P)上に延

パターンの像を撮影する投影光学系 (PL) と、前記撮影面の外側に配置した光陰体を回収する回収装置 (EX) が提供される。

[illegible]

である。ところが二つの逆問をスワイデール

【0010】
本発明の第2の態様に従えば、バターンの塊を液体(50)を介して基板上に延平して基板を露光する露光装置であって、
バターンの塊を基板に供給する露光光学系(PL)と、
前記基板の上方から液体を供給する液体供給機構(1)と、
前記液体供給機構(1)から供給された液体を回収する回収装置(20)とを備え、
前記回収装置は、前記基板の上方から液体の回収をしない露光装置(EX)が提供され

[illegible]

【0012】
本発明の図3の態様に従えば、バターの塊を液体(50)を介して基板(P)上に貼

バターンの像を逆転に投影する投影光学系 (PL) と、
 吸気口を有する吸気系 (24, 32, 33) と、
 排気吸口から吸引された液柱を回収する回収装置 (EX) が提供さ
 れる。

【0013】
本發明によれば、明えば燃焼槽が流入しても、その燃
焼槽が回収されて、その吸気系の源としての真型燃焼
槽が確保され、吸気系の燃焼槽が確保される。それゆえ、液
体は吸気系に流入して、吸気系の燃焼槽に流入しても、その燃

【0014】
本発明の第4の態様では、バターン10の微を液体(50)を介して基板(P)上に転写して近接する複数の電極層であって、

パターン上の像を感光する投影光学学系（PL）と、前記基板を保持する基板ステーション（PST）と、液状を回収する回収装置（20）とを有する。本発明の投影光学系は、光学的に透明な材料で形成され、その表面に凹凸が形成されている。この凹凸は、光の反射率を変化させることができる。また、凹凸の形状や大きさを変えることで、光の波長を選択的に透過または吸収させることもできる。

【0015】
本苑宛明の張の5の植燈燈により所定ベターンの像を基壇上にに照写する

[illegible]

前記液体の供給及び回収が行われていることが確認される。

【0016】
本発明では、さらに、上記第1～4のいずれかの能線の露光装置（EX）を用いるデバイス製造方法が提供される。

【發明の概要】
【2100】
【0017】

(1) 式、(2) 式より、解像度 R を高めるために、開口数 N を大きくすると、解像度 R が低くなるということが分かる。

[illegible]

【特約ライター】國慶公開演99/49504号ペンフレット

【榮光の提示】

【榮光が榮光しようとする群衆】

[illegible][illegible]

【問題を解決するための手段】

[0007]

以下、本発明の課題を達成するための手段について説明する。図1は、本発明の一実施形態を示すブロック図である。図1に示すように、本発明のシステムは、入力装置101、処理装置102、出力装置103、および記憶装置104から構成される。

【0008】
本発明の第1の態様に従えば、パターン1の像を基板（50）を介して基板（P）上に転写して基板を露光装置で露光することによって、露光装置を形成することになる。

ベターノンの強さを放射線系 (PL) と、前記放射線増強管の外周に設置する回収磁石 (EX) を用いて測定される。

【10009】

4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
8

本発明によれば、液体が流出してもこの流出した液体は放電されずに回収装置で回収される。したがって、流出した液体に起因する不都合を防止することができ、良いパターニング度を有するデバイス製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の露光装置及びデバイス製造方法について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。図1は本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【0019】

第1実施形態

図1において、露光装置EXは、マスクMを支持するマスキングステージMSTと、基板Pを支持する基板ステージPSTと、マスキングステージMSTに支持されているマスクMを露光光Eで照明する照明光学系Iと、露光光Eで照明されたマスクMのパターンの像を基板ステージPSTに支持されている基板Pに投影露光する投影光学系PLと、基板P上に液体50を供給する液体供給装置1と、基板Pの外側に排出した液体50を回収する回収装置20と、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。

【0020】

ここで、本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置（所謂ステッピング装置）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスクMと基板Pとの同期移動方向（走査方向）をX軸方向、Z軸方向及びY軸方向に垂直な方向（非走査方向）をY軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわりの方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。なお、ここでいう「基板P」は半導体ウェハ上にレジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に微小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

【0021】

照明光学系Iは、マスキングステージMSTに支持されているマスクMを露光光Eで照明するものであり、露光光源、露光用光路から射出された光束の照度を均一化するオプティカルインテグレーター、オプティカルインテグレーターからの露光光Eを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光EによるマスクM上の照明領域をスリット状に限定する可変視野絞り等を有している。マスクM上の所定の照明領域は照明光学系Iにより均一な照度分布の露光光Eで照明される。照明光学系Iから射出される露光光Eとしては、例えば水銀ランプから射出される紫外線の短線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザー光（波長193nm）及びF₂レーザー光（波長157nm）等の露光光E（VUV光）などが用いられる。本実施形態ではArFエキシマレーザー光を用いている。

【0022】

マスキングステージMSTは、マスクMを支持するものであって、投影光学系PLの光軸AXに垂直な平面内、すなわちXY平面内で2次元移動可能及び θZ 方向に微小回転可能である。マスキングステージMSTはリニアモータ等のマスキングステージ駆動装置MSTDにより駆動される。マスキングステージ駆動装置MSTDは制御装置CONTにより制御される。マスキングステージMST上のマスクMの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはレーザ干渉計の計測結果に基づいてマスキングステージ駆動装置MSTDを駆動することによってマスキングステージMSTに支持されているマスクMの位置決めを行う。

【0023】

投影光学系PLは、マスクMのパターンを所定の放電極板8で基板Pに投影露光するものである。放電極板8は、複数の光学素子（レンズ）で構成されており、これら光学素子は金属部材と

しての鏡面PKで支持されている。本実施形態において、投影光学系PLは、投影極板8が例えば1/4あるいは1/5の縮小系である。なお、投影光学系PLは等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、本実施形態の投影光学系PLの先端側（基板P側）には、光学素子（レンズ）60が鏡面PKより突出している。この光学素子60は鏡面PKに対して垂直（交差）可能に設けられている。

【0024】

基板ステージPSTは、基板Pを支持するものであって、基板Pを基板ホルダを介して保持するZステージ51と、Zステージ51を支持するXYステージ52と、XYステージ52を支持するベアス53とを備えている。基板ステージPSTはリニアモータ等の基板ステージ駆動装置PSTDにより駆動される。基板ステージ駆動装置PSTDは制御装置CONTにより制御される。Zステージ51を駆動することにより、Zステージ51に保持されている基板PのZ軸方向における位置（フォーカス位置）、及び θX 、 θY 方向における位置が制御される。また、XYステージ52を駆動することにより、基板PのX、Y方向における位置（投影光学系PLの像面と基板Pとの平行な方向の位置）が制御される。すなわち、Zステージ51は、基板Pのフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板Pの表面をオートフォーカス方式、及びオートレベルリング方式で投影光学系PLの像面に合わせ込み、XYステージ52は基板PのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。なお、ZステージとXYステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。

【0025】

基板ステージPST（Zステージ51）上には、基板ステージPSTとともに投影光学系PLに対して移動する移動鏡54が設けられている。また、移動鏡54は対向する位置にはレーザ干渉計55が設けられている。基板ステージPST上の基板Pの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計55によりリアルタイムで計測される。計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはレーザ干渉計55の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置PSTDを駆動することによって基板ステージPSTに支持されている基板Pの位置決めを行う。

【0026】

本実施形態では、露光装置を基板Pに接くして解像度を向上するとともに、無点露光を実現するために、液没法を採用する。そのため、少なくともマスクMのパターン像を基板P上に転写している間は、基板Pの表面と投影光学系PLの基板P側の光学素子（レンズ）60の先端側（下面）7との間に所定の液体50が満たされる。上述したように、投影光学系PLの先端側にはレンズ60が露出しており、液体50はレンズ60のみに接触するように供給されている。これにより、全周からなる鏡面PKの露光等が防止される。また、レンズ60の先端側7は投影光学系PLの鏡面PK及び基板Pより十分小さく、且つ上述したように液体50はレンズ60のみに接触するように構成されている。また、液体50は投影光学系PLの像面側に局所的に満たされている構成となっている。すなわち、投影光学系PLと基板Pとの間の液没部分は基板Pより十分に小さい。本実施形態において、液体50には純水が用いられる。純水は、ArFエキシマレーザー光の波長より短く、露光光Eを例えば水銀ランプから射出される紫外線の短線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザー光（波長248nm）等の露光光E（DUV光）とした場合でも、これらの露光光Eを透過可能である。

【0027】

露光装置EXは、投影光学系PLの先端側（レンズ60の先端側）7と基板Pとの間の空間56に所定の液体50を供給する液体供給装置1と、空間56の液体50、すなわち基板P上の液体50を回収する第2回収装置としての液体回収装置2とを備えている。液体供給装置1は、投影光学系PLの像面側を局所的に液体50で満たすためのものである。液体50を回収するタンク、加圧ポンプ、及び空間56に供給する液体50の温度を調整する温度調整装置などを備えている。液体供給装置1には供給管3の一端が接続され、供給管3の他端側には供給ノズル4が接続されている。液体供給装置1は供給管3及び供給ノズル4を介して空間56に液体50を供給する。

[10028]

液体回収装置2には、吸引ポンプ、回収した液体50を取送るタンクなどを備えている。液体回収装置2には回収管6の一端部が接続され、回収管6の他端部には回収ノズル5が接続されている。液体回収装置2は回収ノズル5及び回収管6を介して空間56の液体50を回収する。空間56に液体50を溜め、制御装置CONTは液体供給装置1を駆動し、供給管3及び供給ノズル4を介して空間56に対して単位時間当たり所定量の液体50を供給するとともに、液体回収装置2を駆動し、回収ノズル5及び回収管6を介して単位時間当たり所定量の液体50を空間56より回収する。これにより、液体供給装置1の先端部7と基板2との間の空間56に液体50が供給され、液戻部分で形成される。ここで、制御装置CONTは、液体供給装置1を制御することによって空間56に対する単位時間当たりの液体供給量を任意に設定可能であるとともに、液体回収装置2を制御することによって基板P上からの単位時間当たりの液体回収量を任意に設定可能である。

[10029]

図2は、投影光学系PLの下部、液体供給装置1、及び液体回収装置2等を示す図1の部分拡大図である。図2において、投影光学系PLの最下端のレンズ60は、先端部60Aが走査方向に必要部分だけを露してY軸方向（非走査方向）に結像し、矩形状に形成されている。走査露光時には、先端部60Aの直下の矩形の投影領域にマスクMの一部のパターン像が投影され、投影光学系PLに対して、マスクMが-X方向（Xは+X方向）に速度Vで移動するのにより、XYステージ2を介して基板Pが+X方向（又は-X方向）に速度 $\beta \cdot V$ （ β は投影倍率）で移動する。そして、1つのショット領域への露光終了後、基板Pのステージ2によって次のショット領域に対する露光位置が順次移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域に対する露光処理が順次行われる。本実施形態では、基板Pの移動方向に沿って基板Pの移動方向と同一方向に液体50を溜すように設定されている。

[10030]

図3は、投影光学系PLのレンズ60の先端部60Aと、液体50をX軸方向に供給する供給ノズル4（4A～4C）と、液体50を回収する回収ノズル5（5A、5B）との位置関係を示す図である。図3において、レンズ60の先端部60Aの形状はY軸方向に細長い矩形状となっており、投影光学系PLのレンズ60の先端部60AをX軸方向に供するように、+X方向側に3つの供給ノズル4A～4Cが配置され、-X方向側に2つの回収ノズル5A、5Bが配置されている。そして、供給ノズル4A～4Cは供給管3を介して液体供給装置1に接続され、回収ノズル5A、5Bは回収管4を介して液体回収装置2に接続されている。また、供給ノズル4A～4Cと回収ノズル5A、5Bとを先端部60Aの中心に対して略180°回転した位置に、供給ノズル8A～8Cと、回収ノズル9A、9Bとが配置されている。供給ノズル4A～4Cと回収ノズル9A、9BとはY軸方向に交互に配列され、供給ノズル8A～8Cと回収ノズル5A、5BとはY軸方向に交互に配列され、供給ノズル8A～8Cは供給管10を介して液体供給装置1に接続され、回収ノズル9A、9Bは回収管11を介して液体回収装置2に接続されている。

[10031]

図4に示すように、先端部60Aを挟んでY軸方向両側にそれぞれ供給ノズル13、14及び回収ノズル15、16を設けることもできる。この供給ノズル及び回収ノズルにより、ステップ移動する際の基板Pの非走査方向（Y軸方向）への移動時においても、投影光学系PLと基板Pとの間に液体50を安定して供給することができる。

[10032]

なお、上述したノズルの形状は特に限定されるものでなく、例えば先端部60Aの両端について2対のノズルで液体50の供給又は回収を行うようにしてもよい。なお、この場合には、+X方向、又は-X方向のどちらの方向から液体50の供給及び回収を行うことができるようにするため、供給ノズルと回収ノズルと上下に並べて配置してもよい。

[10033]

次に、基板Pの外側に流出した液体を回収する回収装置20の一実施形態について図5

及び図6を参照しながら説明する。図5はZステージ51（基板ステージPST）の斜視図であり、図6は要部拡大断面図である。

[10034]

図5及び図6において、回収装置20は、Zステージ51上においてホルダ部57に保持された基板Pの両面に配置されている液体回収部材21を備えている。液体回収部材21は所定層を有する膜状部材であって、Zステージ51上に覆状に形成された層部23に配置されている。また、Zステージ51内部には、層部23と連通する流路22が形成されており、層部23に配置されている液体回収部材21の底部は流路22に接続されている。液体回収部材21は、例えば多孔質セラミックス等の多孔性材料により構成されている。あるいは液体回収部材21の形成材料として多孔性材料であるスポンジを用いてもよい。多孔性材料からなる液体回収部材21は液体を所定量保持可能である。

[10035]

Zステージ51上において、液体回収部材21とホルダ部57に保持されている基板Pとの間には、この基板Pの外周を所定幅で取り囲む環状の補助プレート部59が設けられている。補助プレート部59の上面の高さはZステージ51のホルダ部57に保持されている基板Pの上面の高さとはほぼ一致するように設定されている。この補助プレート部59により、基板Pの周辺領域（エッジ領域）Eが投影光学系PLのレンズ60の下に位置するようになり、基板Pの周辺領域（エッジ領域）Eが投影光学系PLのレンズ60を保持し続けることができるようになる。そして、この補助プレート部59の外周を所定幅で取り囲むように配置されている液体回収部材21は、第2回収装置としての液体回収装置20を構成し、補助プレート部59の外側へ排出した液体50を回収（回収）する役割を果たしている。

[10036]

ホルダ部57は、Zステージ51上で基板Pとほぼ同じ大きさに形成された円形凹部に、基板Pの取組を支持するための溝状の突出部58を設けたものである。これら突出部58のそれぞれには、基板Pを吸着保持するための吸着孔24が設けられている。そして、吸着孔24のそれぞれは、Zステージ51内部に形成された流路25に接続されている。また、ホルダ部57（円形凹部）の最外周付近には複数の液体回収孔46が設けられている。これら液体回収孔46は、液体回収部材21に接続している流路22に接続されている。なお、液体回収部材21（層部23）に接続している流路22とは別の流路を設けて、液体回収孔46に接続するようにしてもよい。

[10037]

液体回収部材21及び液体回収孔46のそれぞれに接続されている流路22は、Zステージ51外部に設けられている管路26の一端部に接続されている。一方、管路26の他端部は、Zステージ51外部に設けられたタンク27及びバルブ28を介して吸引装置であるポンプ29に接続されている。吸引孔24に接続されている流路25は、Zステージ51外部に設けられている管路30の一端部に接続されている。一方、管路30の他端部は、Zステージ51外部に設けられたタンク31及びバルブ32を介して吸引装置であるポンプ33に接続されている。液体回収部材21及び液体回収孔46からは基板Pの外側に流出した液体が周囲の気体（空気）とともに一緒に回収される。また、基板Pの裏面に流入した液体が、周囲の気体（空気）とともに吸引孔24から回収される。これらの液体回収方法についての詳細は、後述する。液体回収部材21及び液体回収孔46並びに流路22から回収された液体（水）は気体（空気）と分離され、第1タンク27と第2タンク31の各々に一時的に貯留される。この気液分離により、真空中として回収したポンプ29、33への液体の流入が防止され、真空中に排出されたタンク27A、31Aが破損とができる。第1、第2タンク27、31のそれぞれには排出流路27A、31Aが設けられており、水位センサなどを設けて、液体が所定量溜まった排出流路27A、31Aより排出されるようになっている。

[10038]

なお、液体回収部材21（層部23）に接続している流路22（タンク27、バルブ2

10

20

30

40

50

基板Pの外側に突出する可能性がある。本実施形態では、液体50が基板Pの外側に突出しても、投影光学系PLと基板Pとの間に液体50で満たすことができるように、制御装置CONTは、液収部分が基板Pのエッジ領域Eにあるときに、液体供給装置1を制御して空間56への単位時間当たりの液体供給量を増加させることと、液体回収装置1（第2回収装置）2を制御して空間56からの単位時間当たりの液体回収量を低減させることとの少なくとも一方を行う。ここで、上記液体供給量の増加及び液体回収量の低減の制御において、制御装置CONTは、レーザ干渉計の基板P位置検出結果に基づいて、液体供給装置1及び/または液体回収装置2の制御を行ってもよく、あるいは、第1、第2タンク27、32、あるいは管路26、30等に、回収（排出）した液体を排出する排出装置2の制御を行ってもよい。

【0046】

なお、本実施形態の光学装置EXは所謂キヤニングシステムである。したがって、矢印Xa（図3参照）で示す走査方向（-X方向）に基板Pを移動させて走査光を行う場合には、供給管3、供給ノズル4A~4C、回収管4、及び回収ノズル5A、5Bを用いて、液体供給装置1及び液体回収装置2により液体50の供給及び回収が行われる。すなわち、基板Pが-X方向に移動する際には、供給管3及び供給ノズル4（4A~4C）を介して液体供給装置1から液体50が投影光学系PLと基板Pとの間に供給されるとともに、回収ノズル5（5A、5B）、及び回収管4を介して液体50が液体回収装置2に回収され、レンズ60と基板Pとの間に液体50が流れる。一方、矢印Xbで示す走査方向（+X方向）に基板Pを移動させて走査光を行う場合には、供給管10、供給ノズル8A~8C、回収管11、及び回収ノズル9A、9Bを用いて、液体供給装置1及び液体回収装置2により液体50の供給及び回収が行われる。すなわち、基板Pが+X方向に移動する際には、供給管10及び供給ノズル8（8A~8C）を介して液体供給装置1から液体50が投影光学系PLと基板Pとの間に供給されるとともに、回収ノズル9（9A、9B）、及び回収管11を介して液体50が液体回収装置2に回収され、レンズ60と基板Pとの間に液体50が流れる。このように、制御装置CONTは、液体供給装置1及び液体回収装置2を用いて、基板Pの移動方向に沿って液体50を流す。この場合、例えば液体供給装置1から供給ノズル4を介して供給される液体50は基板Pの-X方向への移動に伴って空間56に引き込まれるようにして流れるので、液体供給装置1の供給エネルギーが小さくても液体50を空間56に容易に供給できる。そして、走査方向に応じて液体50を流す方向を切り替えることにより、+X方向、又は-X方向のどちらの方向に基板Pを走査する場合にも、レンズ60の元端7と基板Pとの間に液体50で満たすことができ、高い解像度及び広い焦点深度を得ることができる。

【0047】

以上説明したように、基板Pの外側に液体50が流出しても、この流出した液体50は放置されずに回収装置20で回収される。したがって、基板Pの外側にいる露光の露光が抑制されるとともに、基板Pを支持する基板ステージPST周辺の露光部品に露光が発生するといった不都合の発生も抑えられるので、基板Pに対して解像度よくパターン形成でき、高いパターン精度を有するデバイスを製造することができる。

【0048】

また、回収装置20として基板ステージPST上に液体回収部材21を設けたことにより、液体50を広い範囲で捕獲（回収）することができる。また、液体回収部材21に流路を介して吸引装置としてのポンプ29を接続したことにより、液体回収部材21に吸引された液体50は常時基板ステージPST外部に排出される。したがって、基板Pの外側にいる露光の露光をより一層確実に抑制できるとともに、基板ステージPSTの液体50による重量変動を抑えることができる。また、基板の露光中はポンプ29を停止させて、基板Pの外側に流出した液体50は液体回収部材21などに保持しておき、基板の露光が完了後に、ポンプ29を動作させて、液体を排出するようにしてもよい。一方、

10

図5において、Zステージ51の+Z軸方向に延在する移動鏡54Xが設けられ、Y駆動部にはX軸方向に延在する移動鏡54Yが設けられている。レーザ干渉計はこれら移動鏡54X、54Yにレーザ光を照射して基板ステージPSTのX軸方向及びY軸方向における位置を検出する。

【0039】

次に、上述した露光装置EXを用いてマスクMのパターンを基板Pに露光する手順について説明する。

【0040】

マスクMがマスクステージMSTにロードされるとともに、基板Pが基板ステージPSTにロードされたら、制御装置CONTは液体供給装置1及び液体回収装置2を駆動し、空間56に液体50の液収部分を形成する（図1参照）。そして、制御装置CONTは、照明光学系I1によりマスクMを露光光Eとして照明し、マスクMのパターンの像を投影光学系PL及び液体50を介して基板Pに投影する。ここで、基板Pの中央付近のシロット領域を露光している間は、液体供給装置1から供給された液体50は液体回収装置2により回収されることで、基板Pの外側に流出しない。

【0041】

一方、図6に示すように、基板Pのエッジ領域Eを露光処理することによって投影光学系PLと基板Pとの間の液収部分が基板Pのエッジ領域E付近にあるとき、補助プレート部59により投影光学系PLと基板Pとの間に液体50を保持し続けることができる。液体50の一部が補助プレート部59の外側に流出する場合があります。流出した液体50は、液体回収部材21に吸引（回収）される。ここで、制御装置CONTは、上記液体供給装置1及び液体回収装置2の駆動開始とともに、バルブ28の開放及びポンプ29の駆動を開始する。したがって、液体回収部材21で回収された液体50は、吸引装置としてのポンプ29の吸引により、周囲の空気とともに流路22及び管路26を介して第1タンク27に吸引込まれるようにして集められる。

【0042】

また、基板Pと補助プレート部59との隙間から流出した液体50は、基板Pの裏面側に設けられた液体回収孔46を介して周囲の空気とともに流路22側に吸引込まれ、管路26を介して第1タンク27に回収される。

【0043】

更に、基板Pと補助プレート部59との隙間を介して基板Pの裏面側に入り込んだ液体50が基板Pを吸着保持するための吸着孔24に流入する可能性もある。吸着孔24は、前述したように、流路25、管路30及び第2タンク31を介して吸引装置としてのポンプ33に接続されているので、バルブ32の開放及びポンプ33の駆動を行うことにより、基板PをZステージ51上に吸着保持するとともに、吸着孔24に流入した液体50を流路25及び管路30を介して第2タンク31に集めることができる。すなわち、吸着孔24に流入した液体50を回収する第3回収装置は、流路25、管路30、第2タンク31、バルブ32、ポンプ33、及びこれらからの駆動回路を制御する制御装置CONTを備えている。また、このときの吸着孔24は基板Pの裏面側に設けられた液体回収孔（回収装置）としても機能している。

【0044】

また吸着孔24からは、液体回収孔46と同様に、基板Pの裏面に回り込んだ液体と基板P裏面の気体（空気）とが流入することになるが、第2タンク31に溜り込ませることによって、液体（水）と気体（空気）とを分離する。第2タンク31に溜り込んだ液体を定期的に回収することと、真空源としての真空ポンプ33への液体の流入が防止される。こうして、真空ポンプ33の破壊を防止するようにしている。

【0045】

ところで、基板Pのエッジ領域Eを露光処理するとき、すなわち投影光学系PLと基板Pとの間の液収部分が基板Pの周縁付近にあるとき、上述したように、液体50の一部は

10

20

30

40

50

ンプ29を設けず、液体吸収収材21で回収した液体50を自蒸によりタンク27側に流れ流す構成であつてもよい。更に、ポンプ29、タンク27、及び流路を設けず、基板ステージPST上に液体吸収収材21のみを配置しておき、液体50を吸収した液体吸収収材21を定期的に（例えば1ロット毎に）交換する構成としてもよい。この場合、基板ステージPSTは液体50により重量変動するが、液体吸収収材21で回収した液体50の重量に応じてステージ制御パラメータを変更することで、ステージ位置決め精度を維持できる。

【0049】

また、真空ポンプ29、33の手前に液体（水）と気体（空気）とを分離するためのタンク27、31を設けて、液体が真空ポンプ29、33に吸入するのを防止しているのである。真空ポンプ29、33の破壊や破損を防止できる。

【0050】

なお、上述の実施形態における真空ポンプ29、33は、露光装置EX内に配置してもよい。露光装置EXが設置される工場に設置されているものでもよい。また、上述の実施形態においては、液体（水）と気体（空気）とを分離するためのタンクを基板Pの外側に設出した液体を回収する回収装置20の真空系（真空ポンプの手前）、及び基板Pを吸着保持するための真空系に設けたが、液体（水）と気体（空気）とを分離するための機構（液体回収用のタンクなど）の設置はこれに限らず、液体が侵入してしまうおそれのある他の吸入口に接続された吸気系（真空系）に設けてもよい。例えば、気体吸収の気体回収系（吸気系）、基板搬送アームに基板Pを吸着保持するための吸気系、あるいは、基板保持機構を基板ステージに設ける場合に吸着保持するための吸気系に配管するようにしてもよい。気体吸収の気体回収系（吸気系）については、例えば特開平11-166990号公報に、基板搬送アームに基板Pを吸着保持するための吸気系については、例えば特開平1-181157号公報に、また基板保持機構を基板ステージに設ける場合に吸着保持するための吸気系については、例えば特開平10-116760号公報にそれぞれ開示されており、本願発明内容を採用して本文の記載の一部とする。また、本実施形態においては、液体（水）と気体（空気）とを分離するタンクなどの機構を、基板P上の一部の領域に液室を形成しながら基板Pの露光を行う露光装置に適用しているが、基板ステージを液槽の中で移動させる露光装置や、基板ステージ上に液体槽を形成してその中に基板Pを吸着保持する露光装置については、例えば特開平10-303114号公報（米国特許5,825,043）に開示されており、本願発明内容を採用して本文の記載の一部とする。

【0051】

なお、上記実施形態において、液体吸収収材21は基板Pの周囲全体を取り囲むように連続して形成されているが、基板Pの一部に形成されているものでもよいし、不連続して所定範囲で配置されているものでもよい。また、本実施形態における液体吸収収材21は液体に形成されているが、例えば樹脂等、その形状は任意に設定可能である。

また液体供給装置1と液体回収装置2の構成やノズルの配置は上記の実施形態に限られない。また基板Pの露光中に、必ずしも液体供給装置2と液体回収装置2とが並行して動作している必要はなく、安影光学系PLと基板Pとの間の露光光路が液体50で満たされている必要は、どちらか一方を停止させていてもよいし、両方を止めていてもよい。

【0052】

上述したように、本実施形態における液体50は純水を用いた。純水は、半導体製造工場で容易に大量に入手できるとともに、基板P上のフォトレジストや光学系（レンズ等）等に対する影響が少ない利点がある。また、純水は露光に対する影響が少ないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板Pの表面、及び安影光学系PLの先端面に設け

られている光学系PLの表面を洗浄する作用も期待できる。

【0053】

そして、板長が193nm程度の露光光E_Lに対する純水（水）の屈折率 n はほぼ1.44であるため、露光光E_Lの光源としてARFエキシマレーザ光（波長193nm）を用いた場合、基板P上では1/4、すなわち約134nmに短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中と比較して約4倍、すなわち約1.44倍に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点位置が確保できればよい場合には、安影光学系PLの開口径をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

【0054】

本実施形態では、安影光学系PLの先端にレンズ60が取り付けられているが、安影光学系PLの先端に取り付ける光学系PLとしては、安影光学系PLの光学的性質、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光E_Lを透過可能な平行平面板であってもよい。液体50と接触する光学系PLを、レンズより振動な平行平面板とすることにより、露光装置EXの選搬、組立、調整等において安影光学系PLの透過率、基板P上での露光光E_Lの強度、及び強度分布の均一性を低下させる物質（例えばシリコン系有機物等）がその平行平面板に行着しても、液体50を供給する直前にその平行平面板を交換するだけでよく、液体50と接触する光学系PLをレンズとする場合に比べてその交換コストが低くなるという利点がある。すなわち、露光光E_Lの照射によりレジストから発生する飛散粒子、または液体50中の不純物の付着などに起因して液体50に接触する光学系PLの表面が汚れるため、その光学系PLを定期的に交換する必要があるが、この光学系PLを安価な平行平面板とすることにより、レンズにおいて交換部品のコストが低く、且つ交換に要する時間を短くすることができ、メンテナンスコスト（ランニングコスト）の上昇やスループットの低下を抑えることができる。

【0055】

また液体50の流れによって生じる安影光学系PLの先端の光学系PLと基板Pとの間の圧力が大きい場合には、その光学系PLを交換可能とするのではなく、その圧力によって光学系PLが動かないように堅固に固定してもよい。

【0056】

なお、本実施形態の液体50は水であるが、水以外の液体であってもよい。例えば、露光光E_Lの光源がF₂レーザである場合、このF₂レーザ光は水を透過しないので、この場合、液体50としてはF₂レーザ光を透過可能な例えばフッ素系オイルやフッ化ポリエーテル（PFPE）などのフッ素系液体を用いなければならない。また、液体50としては、その型にも、露光光E_Lに対する透過性があるだけ屈折率が低く、安影光学系PLや基板P表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。

【0057】

第2実施形態

次に、本発明の露光装置EXの他の実施形態について、図7を参照しながら説明する。ここで、以下の説明において、上述した実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を省略もしくは省略する。本実施形態に係る特徴的部分は、回収装置として液体吸収収材21に代えて基板Pの周囲に液体回収槽35を設けた点と、基板ステージPSTと管線26とが接続・分離自在となっている点である。

【0058】

図7において、回収槽20は、Zステージ51上において補助プレート59の周囲に所定幅に形成された液体回収槽35を備えている。また、流路22の端部には接続管36が設けられている。一方、管線26の端部には接続管36に対して接続・分離可能な接続管37が設けられている。接続管36、37が分離されている状態では、流路22の端部は閉塞され、液体50がステージ外部に流出しないようになっている。一方、接続管36、37が接続されることにより、流路22の端部は開放され、流路22の液体50が管線26に流通可能となる。

[0059]

露光処理中においては、接線弁36と接線弁37とは分離される。したがって、露光処理中において基板ステージPPSTは暫略26と分離している状態なので、走査方向への移動(スキャン移動)、及び非走査方向への移動(ステップ移動)を円滑に行うことができる。露光処理中に基板Pの外側に流出した液体50は、液体回収線35や流路22に溜まる。

[0060]

露光処理が終了したら、基板ステージPPSTは基板Pの交換位置(コード・アンロード位置)に移動する。この基板交換位置において、接線弁36、37が接線される。接線弁36、37が接線されたら、制御装置CONTは、バルブ28を開放するとともにポンプ29を駆動する。これにより、回収装置としての液体回収線35に回収された液体50は、基板交換位置においてステージ外部に排出される。

[0061]

なお、本実施形態において液体回収線35に回収された液体50は定期約(例えば1ロット毎)にステージ外部に排出される構成であるため、液体回収線35の大きさ(容積)は、例えば1ロット分で排出される量に相当する液体を保持可能な程度の大きさに設定されている。この場合、所定露光処理回数(すなわち1ロット分)と流出する液体量との関係を予め求めておき、この求めた関係に基づいて、液体回収線35の大きさが設定される。あるいは、前記求めた関係に基づいて、接線弁36、37を接線する時間間隔(すなわちステージ外部に液体排出動作を行うタイミング)が設定される。

[0062]

なお、上記実施形態において、液体回収線35は基板Pの周囲全体を取り囲むように環状の形状に形成されているが、基板Pの周囲の一部に配置されていてもよい。不連続に所定間隔で配置されていてもよい。また、本実施形態における液体回収線35は環状に形成されているが例えば矩形状などその形状は任意に設定可能である。また、液体回収線35内に液体収収部材を配置してもよい。

[0063]

また、上記実施形態において、基板Pの外側に補助プレート部59が設けられているが、この補助プレート部59を設けることなく、基板Pの外周近傍に液体収収部材21や液体回収線35を設けるようにしてもよい。

[0064]

また、上述の実施形態においては、露光光学系PLと基板Pとの間に同所的に液体を溜め、露光装置を採用しているが、図6や図7に開示されているような基板Pを吸着保持するための吸着孔に流入した液体を回収する回収機構は、露光装置の基板Pを吸着保持したステージを溜槽の中で移動させる露光装置にも本発明を適用可能である。前述の通り、露光装置中に基板を保持する液没露光装置にも本発明を適用可能である。前述の通り、露光装置の基板を保持したステージを溜槽の中で移動させる液没露光装置の構造及び露光動作については、例えば特開平6-124873号に、ステージ上に所定厚さの液体層を形成しその中に基板を保持する液没露光装置の構造及び露光動作については、例えば特開平10-303114号(米国特許5,825,043)にそれぞれ開示されている。

[0065]

第3実施形態
以下、図8～図10を参照しながら、回収装置の他の実施形態について説明する。

[0066]

図8に示すように、Zステージ51の上面は傾斜しており、基板Pを保持するホルダ部57の上面は水平となっている。そして、ホルダ部57の周囲を取り囲むように、液体回収線35が形成されている。このとき、液体回収線35は平面視において環状であるが、側面視において傾斜している。すなわち、液体回収線35はZステージ51の上面の傾斜に沿って形成されている。これにより、基板Pの外側に流出した液体50は、液体回収線35の傾斜下部35Aに自然に溜まる。液体50を回収する際にはこの傾斜下部35Aに

溜まった液体50を回収するだけでいいので、回収動作を容易に行うことができる。

[0067]

図9(a)に示すように、Zステージ51の上面一部に液体回収線35が設けられている。露光処理することで、液体回収線35に液体50が溜まる。そして、図9(b)に示すように、この液体回収線35に溜まった液体50は、基板Pを基板ステージPPSTに対してコード・アンロードする搬送装置Hに取り付けられているチェーン38を介して回収される。吸引装置の一部を構成するチェーン37は、露光処理が終了した基板Pを基板ステージPPSTからアンロードするため搬送装置Hが基板ステージPPSTに対してアクスするときに、液体回収線35に溜まっている液体50を吸引する。

[0068]

第4実施形態
また、回収装置の更に別の実施形態について、以下に説明する。図10(a)に示すように、Zステージ51の上面に液体回収線35が設けられている。液体回収線35はZステージ51の下面側に貫通する流路39に接続している。流路39にはバルブ39Aが設けられている。また、Zステージ51の流路39に対応して、XYステージ52及びベイス53のそれぞれには貫通孔である流路40、41が形成されている。露光処理中に、バルブ39Aは閉じられており、図10(a)に示すように、液体50が液体回収線35に溜まる。そして、露光処理が終了したら、制御装置CONTは、基板ステージPPSTを基板交換位置に移動し、バルブ39Aを開放する。これにより、図10(b)に示すように、液体回収線35の液体50は基板交換位置において、流路39、40、及び41を介して自重によりステージ外部に排出される。なお、液体回収線35の液体50の回収は基板交換位置において行うのが好ましいが、基板交換位置とは別の位置で排出動作を行うようにしてもよい。

[0069]

第5実施形態
ところで、上述した各実施形態においては、液体供給装置1が供給ノズル4を介して基板Pの上方から基板P上に液体50を供給するとともに、第2回収装置としての液体回収装置2が回収ノズル5を介して基板Pの上方から基板P上の液体50を回収することで、基板P上の一部に液没状態を形成しているが、図11に示すように、基板Pの上方に液体回収装置2(回収ノズル5)を設けず、基板P上に供給されたほぼ全ての液体50を、回収装置2(回収ノズル5)に設けられた回収装置20で回収するようにしてもよい。図11には、露光光学系PLの収光領域(光学系50)を挟んだ走査方向(X軸方向)両側のそれぞれに設けられた供給ノズル4、8が図示されている。基板Pを走査露光するときに液体50を供給する際には、基板Pの移動方向に応じて供給ノズル4、8のうちのいずれか一方の供給ノズルから液体50を供給するようにしてもよい。あるいは両方の供給ノズル4、8から同時に液体50を供給するようにしてもよい。液体供給装置1より供給された液体50は、基板P上において大きく拡がり、大きな液没領域を形成することができる。そして、図12の縁部図に示すように、基板P上に供給された液体50はやはりが基板Pの外側に流出するが、基板Pの周りに回収口として設けられた縁部23(液体収収部材21)を有する回収装置20によりほぼ全てを回収される。ここで、基板Pに対する露光処理中、液体供給装置1は基板P上に対して液体50の供給を継続することにより基板P上に液没に液没領域を形成できるとともに、供給した液体50により基板P上の液体50に流れを生じさせることができるため、新鮮(清浄)な液体50を基板P上に常時供給するとともに基板P上の液体50を縁部23まで流すことができる。

[0070]

上記第2液体回収装置としての液体回収装置2は、基板P上の液体50を回収ノズル5を介して基板Pの上方から真空系を使って吸引回収する構成であって、液体(水)や気体(空気)とを一緒に回収すること、その液体が回収管8内腔などにあたって汚や振動を生じる場合がある。この場合、図11及び図12に示す環状形状のように、基板Pの上方からの液体50の吸引回収を行わずに基板ステージPPSTに設けられた回収装置20のみ

を用いて液体50の回収を行うことにより、基板Pの露光中の音や振動の発生を防止することができ、

【0071】

なお、基板Pの上から液体の回収を行わない本実施形態の場合には、回収装置20として第2実施形態において図7に示した構成を用いてもよい。図7の場合には、装置ポンプ29が基板Pの露光中に液体回収機35で回収された液体を吸引してないので、その液体の吸引に伴う音や振動の発生も抑えることができ、更に効果的である。

また先に説明した実施形態のように、基板Pの上から回収ノズル5を介して液体の回収を行う液体回収装置2を配置しておき、基板Pの露光中は液体回収装置2を動作させずに回収装置20のみで液体の回収を行い、基板Pの露光終了後に、液体回収装置2と回収装置20とを併用して液体50の回収を行うようにしてもよい。この場合も、基板Pの露光中の液体の吸引（回収）に伴う音や振動の影響を抑えることができる。

【0072】

なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、液晶基板ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（全成石素、シリコンウエハ）等が適用される。

【0073】

露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを相対移動してマスクMのパターンを走査するステッピング・アンド・スキャン方式の非歪型露光装置（スキヤンステッピング）の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステッピング移動させるステッピング・アンド・リビート方式の露光装置（ステッピング）にも適用することができる。また、本発明は基板P上で少なくとも2つのパターンの図形的に重ねて転写するステッピング・アンド・スティーチング方式の露光装置にも適用できる。

【0074】

露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、液晶基板ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【0075】

また、本発明は、ツインステージ型の露光装置に適用することもできる。ツインステージ型の露光装置の構造及び露光動作については、特開平10-163099号公報、特開平10-214783号公報、特開2000-505958号公報、米国特許6,341,007号、6,400,441号、6,549,269号及び6,590,634号等、の文獻に開示されており、それらを参照することができる。これらの米国特許を、本出願の出願で指定または引用された国の法令で許容される限りにおいて、適用して本文の記載の一部とする。

【0076】

露光ステージPPSTやマスクステージMSTにリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびリニアモータまたはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のものを用いてもよい。また、各ステージPPST、MSTは、ガイドに依って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。ステージにリニアモータを用いた例は、米国特許5,623,853及び5,528,118に開示されており、それら本出願出願で指定または引用された国の法令で許容される限りにおいて、これらの文獻の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

【0077】

各ステージPPST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ニユニットと、二次元にニールを配置した磁石ユニットとを対向させ磁気力により各ステージPPST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ニユニットと磁石ユニットとのいずれか一方をステージPPST、MSTに接続し、磁石ニユニットと磁石ニユニット

トとの地方をステージPPST、MSTの移動面に設ければよい。

【0078】

基板ステージPPSTの移動により発生する反力は、装置光学系PLに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば特開平8-166475号公報（米国特許5,528,118）に詳細に開示されており、本出願出願で指定または引用された国の法令で許容される限りにおいて、この文獻の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

【0079】

マスクステージMSTの移動により発生する反力は、装置光学系PLに伝わらないように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。この反力の処理方法は、例えば特開平8-330224号公報（米国特許5,874,820）に詳細に開示されており、本出願出願で指定または引用された国の法令で許容される限りにおいて、この文獻の記載内容を援用して本文の記載の一部とする。

【0080】

以上のように、本実施形態の露光装置EXは、本発明が要求の範囲に挙げられた各種構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精確度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精確度を達成するための調整、各種機械系については機械的精確度を達成するための調整、各種電気系については電気的精確度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は迅速およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0081】

半導体デバイス等のマイクロプロセッサは、図13に示すように、マイクロプロセッサの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンの露光を露光する露光処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージングを含む）205、検査ステップ206を経て製造される。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図1】本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。
【図2】装置光学系の先端部と液体供給装置及び液体回収装置との位置関係を示す図である。

【図3】供給ノズル及び回収ノズルの配置例を示す図である。

【図4】供給ノズル及び回収ノズルの配置例を示す図である。

【図5】回収装置の一実施形態を示す斜視図である。

【図6】回収装置の一実施形態を示す要部拡大断面図である。

【図7】回収装置の他の実施形態を示す斜視図である。

【図8】回収装置の他の実施形態を示す斜視図である。

【図9】回収装置の他の実施形態を示す斜視図である。

【図10】回収装置の他の実施形態を示す斜視図である。

【図11】回収装置による液体回収動作の他の実施形態を示す図である。

【図12】回収装置による液体回収動作の他の実施形態を示す図である。

【図13】半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

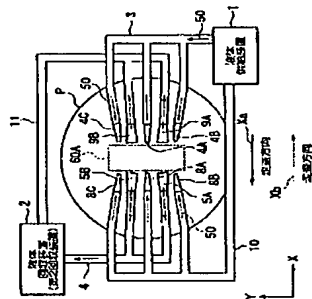
【図14】従来の課題を説明するための図である。

【符号の説明】

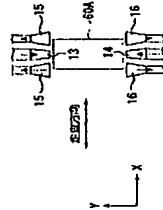
【 0 8 3 】

1…液体供給装置、2…液体回収装置、20…回収装置、21…液体吸収部材、
24…吸着孔、27…第1タンク、29…ポンプ、31…第2タンク、
33…ポンプ、35…液体回収槽、50…液体、CONT…剛体装置、
EX…露光装置、P…基板、PL…投影光学系、PST…基板ステージ

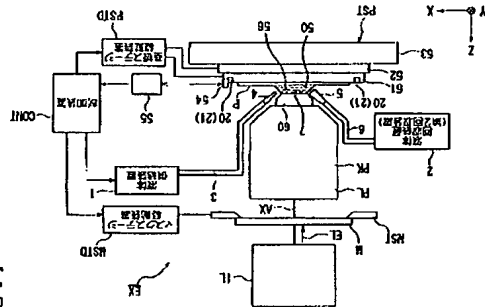
【 図 3 】



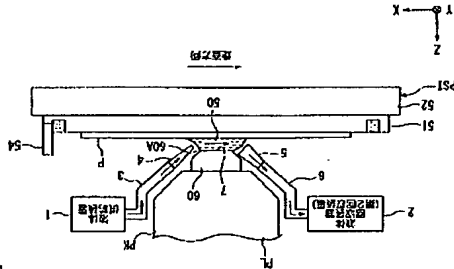
【 図 4 】



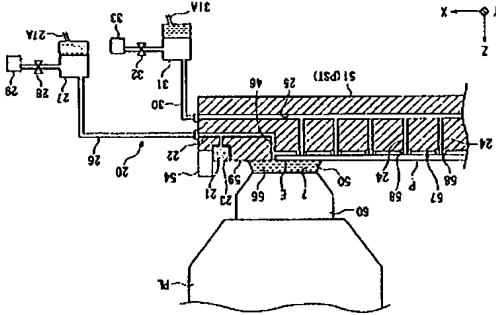
【 図 1 】



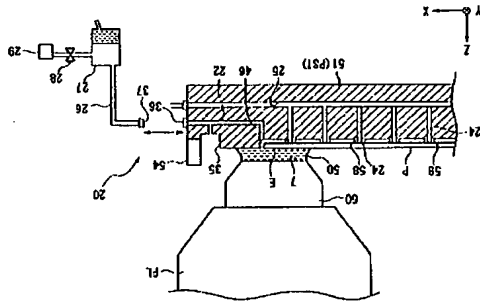
【 図 2 】



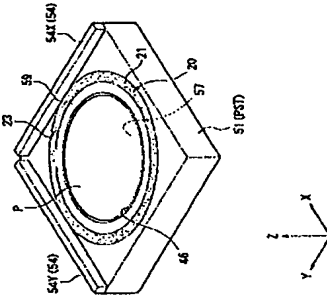
【 図 6 】



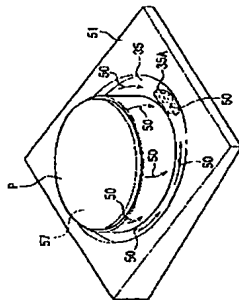
【 図 7 】



【 図 5 】



1881



フロントページの続き

- (72) 発明者 小林 匠行
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
(72) 発明者 戸井 大
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
(72) 発明者 大和 社一
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
Fターム(参考) 5F046 H22 B403 CB01 CB05 DA11 DA27